

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-049257

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 23/15  
H01L 23/12  
H01L 23/36  
H05K 1/02

(21)Application number : 10-216278

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 30.07.1998

(72)Inventor : YOKOYAMA KIYOSHI

TANAKA SATOSHI

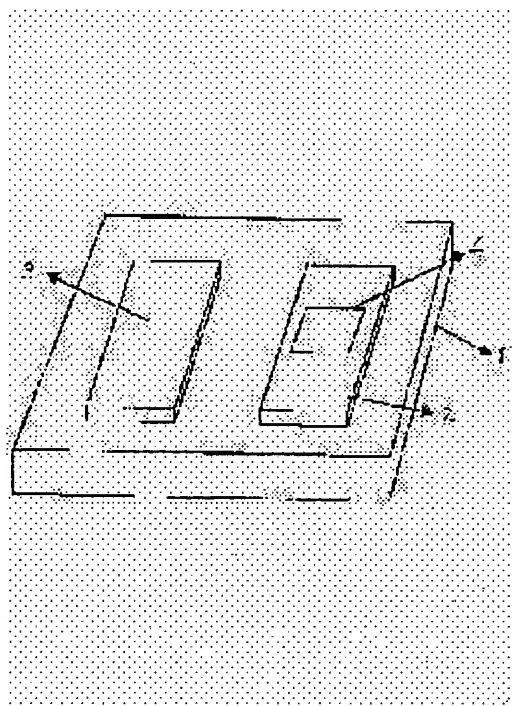
HAMADA OSAMU

## (54) HEAD RADIATION CIRCUIT BOARD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of cracks in a board, which is induced by means of thermal stress caused by thermal expansion difference between the head radiation circuit board and a low resistance conductor, and the developing of the cracks and to prevent the disconnection of a wiring conductor between the low resistance conductor, in a heat radiation circuit board and the board.

SOLUTION: A low resistance conductor 2 formed of molybdenum or tungsten is jointed on a ceramic board 1, formed of an aluminium nitride sintered body, a silicon nitride sintered body or a silicon carbide sintered body as a semiconductor device loading part. Then, a heat radiation circuit board is formed by installing the metal body of at least more than one type selected from among molybdenum, tungsten, copper, aluminium and silver on the ceramic board 1 as a bus bar part 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

DERWENT-ACC-NO: 2000-229969

DERWENT-WEEK: 200021

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Heat dissipating circuit board for mounting hybrid integrated circuit, has bus bar containing metal body made either by molybdenum, tungsten, copper, aluminum or silver

PATENT-ASSIGNEE: KYOCERA CORP[KYOC]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0216278 (July 30, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000049257 A	February 18, 2000	N/A	005	H01L 023/15

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000049257A	N/A	1998JP-0216278	July 30, 1998

INT-CL (IPC): H01L023/12, H01L023/15 , H01L023/36 , H05K001/02

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000049257A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A ceramic substrate (1) contains either aluminum-nitride-matter sintered compact, a silicon nitride sintered compact or silicon carbide sintered compact. A low resistance conductor (2) is formed on the ceramic substrate. A bus bar (3) containing metal body made either by molybdenum, tungsten, copper, aluminum or silver, is provided on the substrate.

USE - For mounting various electronic components e.g. IGBT, hybrid IC.

ADVANTAGE - Generation of crack in substrate by thermal stress originating from differential thermal expansion between low resistance wiring conductors and board, is prevented. Disconnection of wiring conductor is prevented.

DESCRIPTION OF DRAWING - The figure shows perspective view of heat dissipating circuit board. (1) Ceramic substrate; (2) Conductor; (3) Bus bar.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/2

TITLE-TERMS: HEAT DISSIPATE CIRCUIT BOARD MOUNT HYBRID INTEGRATE CIRCUIT BUS BAR CONTAIN METAL BODY MADE MOLYBDENUM TUNGSTEN COPPER SILVER

DERWENT-CLASS: L03 U11 V04

CPI-CODES: L04-C21; L04-E01B1;

EPI-CODES: U11-D01; U11-D02B1; V04-Q05;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2000-070298  
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-173176

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] More than a kind is used as the main sintering acid to it being few to be chosen out of an oxidization erbium, an oxidization ytterbium, or yttrium oxide. The nature sintered compact of alumimium nitride whose anti-chip box reinforcement by three JIS bending is 400 or more MPas, A ceramic substrate is formed with either the nature sintered compact of silicon nitride, or the nature sintered compact of silicon carbide. It has a conductor. the low resistance which consists of molybdenum or a tungsten as the semiconductor device loading section on this ceramic substrate -- The heat dissipation circuit board characterized by the thing which is furthermore chosen from molybdenum, a tungsten, copper, aluminum, and silver as the bus bar section on said ceramic substrate, and which were equipped with the metal body more than a kind at least.

[Claim 2] the above-mentioned low resistance -- the heat dissipation circuit board according to claim 1 characterized by the thing by which it is chosen out of a silver copper low, silver solder, an aluminum low, aluminum, and polyimide between this metallic foil and a ceramic substrate by a conductor and/or a metal body consisting of a metallic foil, and which was made for the jointing material for corrugated fibreboard more than a kind to intervene at least.

[Claim 3] Temperature of 1650 degrees C or more and 30atm(s) after the above-mentioned ceramic substrate calcinates primarily at the temperature of 1600 degrees C or more The heat dissipation circuit board according to claim 1 characterized by calcinating secondarily with the above hydrostatic pressure.

[Claim 4] The heat dissipation circuit board according to claim 1 characterized by for the above-mentioned ceramic substrate consisting of a nature sintered compact of alumimium nitride, and shutting up the grain boundary phase substantially at the grain boundary triple point between alumimium nitride particles.

[Claim 5] The heat dissipation circuit board according to claim 1 characterized by the aspect ratio of the silicon nitride particle being three or more substantially by the above-mentioned ceramic substrate consisting of a nature sintered compact of silicon nitride.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) which is the power device with which this invention is carried in an electric vehicle, a hybrid car, the Shinkansen, a subway, electric commuter cars, an elevator, a robot, a crane, an air conditioner, etc. low resistance wiring which it is the package for semiconductor device receipt with which hold loading of the semiconductor device is carried out, hybrid integrated circuit equipment with which various electronic parts other than a semiconductor device, such as a capacitor and a resistor, are carried, and can pass a high current -- it be related with the heat dissipation circuit board which has a conductor

[0002]

[Description of the Prior Art] although a power device is the historied semiconductor device -- a raise in recent years and pressure-proofing, high-current-izing, a high speed and RF-izing, and advanced features -- remarkable -- progressing -- IGBT, GTO, IPM, and power MOS FET etc. -- high-speed MOS The system power device came to appear. These power devices are widely used for an automobile, an inverter, the electric car, the stroboscope, the microwave oven, the golf cart, etc. However, these days when a hybrid car and an electric vehicle are generally spreading against the background of an environmental problem requires these power devices especially the formation of the high voltage-proof of IGBT, a miniaturization, thin-shape-izing, and lightweight-ization.

[0003] As the heat dissipation circuit board which accomplishes the above-mentioned power device "JP,7-162157,A A power component is arranged on the multilayer substrate which consists of two or more insulating layers. Multilayer substrate" characterized by being filled up with a conductor is proposed. the power component lower field of one or more insulating layers -- the object for heat transfers of said power component -- in JP,63-120448,A As a substrate for heat dissipation, "the substrate for heat dissipation which makes the good metallic material of heat dissipation nature come to sink into the base material which consists of fiber of a low-fever expansibility metallic material" is proposed.

[0004] When it applies to for example, the package for semiconductor device receipt, these substrates While carrying out adhesion immobilization of the semiconductor device through adhesives, such as glass or resin, and low material, on the crevice base of the insulating base It connects with a conductor electrically through wirebonding. wiring with which each electrode of a semiconductor device is located around a crevice -- The lid which consists of a metal, ceramics, etc. was joined through said adhesives and the same encapsulant so that said crevice might be taken up, and it was considering as the semiconductor device as a final product by holding a semiconductor device in the crevice of an insulating base at secrecy.

[0005] or the low resistance which lays the substrate 11 of the ceramics in one side of a heat sink 10, and consists of Cu or aluminum as the semiconductor device loading section on this substrate 11 as shown in drawing 2 -- while having a conductor 12 and carrying a semiconductor device 14 on this, there is a thing of the structure which formed the bus bar section 13 in another part on a heat sink 10 through the

electric insulating plate 15. a current is supplied to a semiconductor device 14 -- having -- low resistance -- it flows into a conductor 12 and flows into the bus bar section 13 via non-illustrated wire bond. Under the present circumstances, since generation of heat by the semiconductor device occurs, heat transfer which lets the substrate 11 made from the ceramics pass becomes important.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the heat dissipation circuit board shown in drawing 2 -- setting -- low resistance -- the conductor 12 was formed from Cu or aluminum, and since the coefficient-of-thermal-expansion difference with the substrate 11 made from the ceramics was large, the tensile stress occurred in the substrate 11 from the differential thermal expansion, and when the worst, there was a problem of resulting in destruction. therefore, that the high current more than 100A can be passed requires the conventional heat dissipation wiring substrate -- having -- in addition -- and it was not able to be used under conditions which are used in the cold energy environment of -40 \*\* - 150 \*\*.

[0007] if -- Cu or aluminum -- low resistance -- the hybrid car which is [ the conventional heat dissipation wiring substrate used as a conductor 12 ] obliged to the appearance from the measure for an environmental problem -- When it is used including applications used for an electric vehicle and the next Shinkansen, such as various control equipments The thermal stress which originates between a conductor 12 and a substrate 11 at both differential thermal expansion occurs. low resistance -- Stress concentrates on the about 12-conductor ceramics, and it becomes big residual stress. especially -- low resistance -- consequently -- if a cold energy cycle and external force join a heat dissipation wiring substrate -- said residual stress -- conjointly -- stress -- very -- large -- becoming -- making said substrate 11 generate a crack \*\*\*\* -- the crack -- progressing -- other wiring -- there was fear of disconnecting a conductor.

[0008] this invention prevents generating of the stress accompanying the differential thermal expansion of the above-mentioned substrate and a low resistance conductor layer, and that the high current more than 100A can be passed requires it -- having -- in addition -- and it aims at offering the heat dissipation circuit board which can be used also under conditions which are used in the cold energy environment of -40 \*\* - 150 \*\*.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Then, this invention uses more than a kind as the main sintering acid to it being few to be chosen out of an oxidization erbium, an oxidization ytterbium, or yttrium oxide. The nature sintered compact of aluminum nitride whose anti-chip box reinforcement by three JIS bending is 400 or more MPas, A ceramic substrate is formed with either the nature sintered compact of silicon nitride, or the nature sintered compact of silicon carbide. It has a conductor. the low resistance which consists of molybdenum or a tungsten as the semiconductor device loading section on this ceramic substrate -- It is characterized by the thing which is furthermore chosen from molybdenum, a tungsten, copper, aluminum, and silver as the bus bar section on said ceramic substrate and which were equipped with the metal body more than a kind at least, and constituted the heat dissipation circuit board.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing explains the operation gestalt of this invention below.

[0011] the low resistance to which the heat dissipation circuit board shown in drawing 1 becomes one side of the substrate 1 of the ceramics from molybdenum or a tungsten as the semiconductor device loading section -- it has a conductor 2 and is chosen as another part of the same substrate 1 out of molybdenum, a tungsten, copper, aluminum, and silver -- at least -- the metal body more than a kind -- having -- the bus bar section 3 -- forming -- low resistance -- the semiconductor devices 4, such as Si, are carried on a conductor 2.

[0012] the low resistance for the bus bar section 3 and semiconductor device loading in this invention on one substrate 1 of the ceramics -- since the conductor 2 is unified, a miniaturization is easy. Under the present circumstances, the substrate 1 of the ceramics combines the operation as an insulating substrate, and the operation as a heat dissipation substrate. namely, the current by which actuation of this heat dissipation substrate was supplied to the semiconductor device 4 -- low resistance -- although it will flow into a conductor 2, it will flow into the bus bar section 3 through non-illustrated wire bond and

generation of heat arises in a semiconductor device 4 at this time, it has good heat dissipation nature by using the thermally conductive high ceramics as a substrate 1.

[0013] and -- this invention -- low resistance -- tungsten (W) with the ceramics and a coefficient of thermal expansion near as a conductor 2 or the thing for which molybdenum (Mo) is used -- the description -- carrying out -- this -- a substrate 1 and low resistance -- stress generated according to the coefficient-of-thermal-expansion difference of a conductor 2 is made small.

[0014] As the coefficient of thermal expansion of various ingredients is shown in Table 1, it turns out that the coefficient of thermal expansion of a tungsten and molybdenum is very close to the coefficient of thermal expansion of the ceramics. that is, -- even if generation of heat of a semiconductor device 4 takes place since a coefficient of thermal expansion is close to the nature sintered compact of alumimium nitride, the nature sintered compact of silicon nitride, or the nature sintered compact of silicon carbide although molybdenum and a tungsten have comparatively high heat conduction -- low resistance -- generating of the crack to the insulating base which the thermal stress which originates between a conductor 2 and a substrate 1 at both differential thermal expansion induces, and progress of the crack can be prevented.

[0015] moreover, the low resistance which consists of a tungsten or molybdenum -- the case where the current of 100A is passed to a semiconductor device 4 although the desirable thickness of a conductor 2 is influenced by the application -- from resistance -- converting -- usually -- 0.6-0.7mm Considering as thickness is desirable.

[0016]

[Table 1]

材料		熱膨張係数 ( $^{\circ}\text{C} \times 10^{-6}$ )
金属	Cu	17.1
	Al	23.9
	W	4.44
	Mo	5.2
セラミツク	AlN	4.7
	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	2.5
	SiC	3.7

[0017] Moreover, the reason for having had the metal body more than a kind at least chosen from molybdenum, a tungsten, copper, aluminum, and silver as the bus bar section 3 on said substrate 1 is that each of these metals fits the bus bar section 3 by low resistance. When especially molybdenum and a tungsten were independently made into the bus bar section 3, or when it joined molybdenum and a tungsten to the substrate, and joined copper, aluminum, and silver and considered as the bus bar section 3 on it, there is no camber of a substrate 1 and the elaborate heat dissipation circuit board was able to be created.

[0018] in addition, the above-mentioned low resistance -- since predetermined thickness is required for the metal which accomplishes a conductor 2 and the bus bar section 3, it is formed by the metallic foil of the substantia compacta or porosity. namely, the thing for which a metallized layer is formed on the substrate 1 of the ceramics, and the above-mentioned metallic foil is joined through jointing materials for corrugated fibreboard, such as low material, -- low resistance -- a conductor 2 and the bus bar section 3 are formed.

[0019] Moreover, as a jointing material for corrugated fibreboard used for junction to the above-



mentioned metallic foil and the substrate 1 of the ceramics, more than a kind is [ choose / out of a silver copper low, silver solder, an aluminum low, aluminum, and polyimide ] desirable in it being few. This is because the effectiveness which controls the camber of a substrate 1 was high, when these low material is actually used.

[0020] Moreover, although silicon nitride with a sufficient heat dissipation property, silicon carbide, and alumimium nitride are used as ceramics which accomplishes the above-mentioned substrate 1, they are an oxidization erbium ( $\text{Er}_2\text{O}_3$ ) and an oxidization ytterbium ( $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ) also especially in it. Or by using the thing of yttrium oxide ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) which used a kind as the main sintering acid at least, it has the structure of being equal also to the sudden temperature up of a semiconductor device 4, and sudden cooling. This is because the thing which is chosen from an oxidization erbium, an oxidization ytterbium, or yttrium oxide and which used more than a kind as the main sintering acid at least is most excellent in fracture toughness and disruptive strength and it prevents generating and progress of a crack by the cold energy cycle, in carrying out eburation of the nature sintered compact of alumimium nitride, the nature sintered compact of silicon nitride, or the nature sintered compact of silicon carbide.

[0021] Although the reason the thing which is chosen from an oxidization erbium, an oxidization ytterbium, or yttrium oxide and which used more than a kind as the main sintering acid at least is most excellent in fracture toughness and disruptive strength thinks that it is because micro structure with the tangle structure where an aspect ratio is the highest is acquired when eburation of the nature sintered compact of alumimium nitride, the nature sintered compact of silicon nitride, or the nature sintered compact of silicon carbide is carried out using these sintering acid, it does not turn out that it is detailed.

[0022] Moreover, when producing a substrate 1 with the above-mentioned ceramics, in case the Plastic solid produced by the predetermined approach is calcinated, it calcinates primarily at the temperature of 1600 degrees C or more, and they are the temperature of 1650 more degrees C or more, and 30atm(s). It calcinates secondarily with the above hydrostatic pressure. This is because such baking conditions make detailed micro structure discover, so they are useful in order to obtain the reinforcement of 400 or more MPas by three JIS bending.

[0023] It is desirable to use especially that in which the grain boundary phase is substantially confined between alumimium nitride particles at the so-called grain boundary triple point, using the nature sintered compact of alumimium nitride as the above-mentioned ceramics. This is because this micro structure can improve a heat-conduction property important as a heat dissipation wiring substrate. The above-mentioned micro structure is 3 at 1700 degrees C. It will be easy to be obtained if it calcinates beyond time amount.

[0024] Or it is desirable to use that whose aspect ratio of the silicon nitride particle is three or more substantially, using the nature sintered compact of silicon nitride as the above-mentioned ceramics. This is because this micro structure can improve a heat-conduction property important as a heat dissipation substrate. This micro structure is 3 at 1800 degrees C. It will be easy to be obtained if it calcinates beyond time amount.

[0025]

[Example] As a concrete example of this invention, the heat dissipation circuit board shown in drawing 1 was produced. In addition, all the dimensions of a substrate 1 were made into B6 size. W metallizing was given on the tape obtained after adding the predetermined binder to the ceramic powder which comes to add the main \*\*\*\*\* in the principal component shown in Table 2 and carrying out tape forming to it with a doctor blade method.

[0026] the low resistance which applies nickel plating to after an appropriate time on W metallizing, and accomplishes the semiconductor device loading section -- the metallic foil of substantia compacta, such as molybdenum and a tungsten, or porosity was joined with jointing materials for corrugated fibreboard, such as aluminum low, as a conductor 2. On the other hand, on the substrate 1 of said ceramics, as being chosen out of molybdenum, a tungsten, copper, aluminum, and silver as the bus bar section, the metallic foil of the substantia compacta more than a kind or porosity was joined as it is few, and the heat dissipation circuit board was formed.

[0027] with the thermal test which this invention persons performed, two kinds of cisterns, -40 \*\* and

150 \*\*, were prepared, the durability test of 1 cycle 1 hour which leaves the heat dissipation circuit board every [ during 30 minutes ] in each cistern was performed, and the number of cycles until a crack occurs was measured.

[0028] the low resistance which is directly under the semiconductor device loading section about a result as shown in Table 2 -- a conductor 2 -- Mo and W using -- the main sintering acid -- Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> When it used, this cruel cycle trial was cleared up to 1000 cycles, and effect was not seen at all by the resistance after a trial, either.

[0029] on the other hand, low resistance -- a conductor 2 -- Mo and W even if it uses -- the main sintering acid -- Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> When the sintering acid of an except was used, by the data of this invention out of range, the place where the crack of a substrate 1 occurs below 1000 cycles came.

[0030]

[Table 2]

No.	基板	主焼結助剤	低抵抗材料	バスバー材料	ロウ材料	冷熱試験
1	SN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W	銀銅ロウ	1000 OK
2	SiC	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo-Ag	銀ロウ	1000 OK
3	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W-Al	アルミロウ	1000 OK
4	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo	アルミニウム	1000 OK
5	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W	ポリイミド	1000 OK
6*	SN	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo	銀銅ロウ	800
7*	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Cu	W	銀ロウ	700
8*	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Ag	Al	アルミロウ	500
9*	SN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Al	W	アルミニウム	500
10	AlN	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo	ポリイミド	1000 OK
11	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W	銀銅ロウ	1000 OK
12	AlN	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo	銀ロウ	1000 OK
13	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W	アルミロウ	1000 OK
14	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Mo	Mo	アルミニウム	1000 OK
15*	AlN	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	W	W	ポリイミド	600
16*	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Ag	Mo	銀銅ロウ	500
17*	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Cu	W	銀ロウ	600
18*	AlN	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10	Al	Mo	アルミロウ	200

[0031]

[Effect of the Invention] low resistance wiring [ according to this invention as mentioned above / in / by the easy configuration / the heat dissipation circuit board ] -- generating of the crack to the substrate which the thermal stress resulting from the differential thermal expansion between a conductor and a substrate induces, and progress of the crack -- protecting -- wiring -- an open circuit of a conductor can be prevented.

[0032] It is possible to realize low resistance-ization of a conductor and to pass the high current more than 100A. further -- low resistance -- low resistance [ without / therefore / a conductor exfoliating from the space section for wiring and the slot on the substrate ] -- other wiring connected to the conductor -- disconnecting a conductor -- there is nothing -- wiring -- And the heat dissipation circuit board of the high-reliability from which fault does not arise even if it uses it repeatedly in the cold energy environment of -40 \*\* - 150 \*\* is offered.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-49257

(P2000-49257A)

(43)公開日 平成12年2月18日(2000.2.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 23/15		H 0 1 L 23/14	C 5 E 3 3 8
23/12		H 0 5 K 1/02	F 5 F 0 3 6
23/36		H 0 1 L 23/12	J
H 0 5 K 1/02		23/36	C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-216278

(22)出願日 平成10年7月30日(1998.7.30)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72)発明者 横山 清

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社国分工場内

(72)発明者 田中 智

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社国分工場内

(72)発明者 濱田 修

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社国分工場内

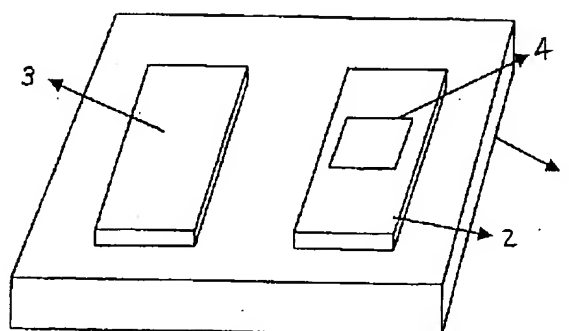
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放熱回路基板

(57)【要約】

【課題】放熱回路基板における低抵抗導体2と基板1との間に、両者の熱膨張差に起因する熱応力が誘発する基板1へのクラックの発生やそのクラックの進展を防ぎ、配線導体の断線を防止する。

【解決手段】窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体のいずれかよりなるセラミックス基板上に、半導体素子搭載部としてモリブデンまたはタングステンからなる低抵抗導体を接合し、さらに前記セラミックス基板上にバスバー部としてモリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の金属体を備えて放熱回路基板を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】酸化エルビウム、酸化イットリウムまたは酸化イットリウムから選ばれる少なくとも一種以上を主焼結助剤とし、JIS 3点曲げによる抗折強度が400MPa以上である窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体のいずれかによりセラミックス基板を形成し、該セラミックス基板上に半導体素子搭載部としてモリブデンまたはタングステンからなる低抵抗導体を備え、さらに前記セラミックス基板上にバスバー部としてモリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の金属体を備えたことを特徴とする放熱回路基板。

【請求項2】上記低抵抗導体及び／又は金属体が金属箔からなり、この金属箔とセラミックス基板との間に、銀銅ロウ、銀ロウ、アルミロウ、アルミニウム、ポリイミドから選ばれる少なくとも一種以上の接合材を介在させたことを特徴とする請求項1記載の放熱回路基板。

【請求項3】上記セラミックス基板が、1600℃以上の温度で一次焼成した後、1650℃以上の温度と30atm以上の静水圧で二次焼成したものであることを特徴とする請求項1記載の放熱回路基板。

【請求項4】上記セラミックス基板が窒化アルミニウム質焼結体からなり、実質的にその粒界相が窒化アルミニウム粒子間の粒界三重点に閉じこめられていることを特徴とする請求項1記載の放熱回路基板。

【請求項5】上記セラミックス基板が窒化珪素質焼結体からなり、実質的にその窒化珪素粒子のアスペクト比が3以上であることを特徴とする請求項1記載の放熱回路基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車、ハイブリッド車、新幹線、地下鉄、通勤電車、エレベータ、ロボット、クレーンや空調装置等に搭載されるパワーデバイスであるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)や、半導体素子が収容搭載される半導体素子収納用パッケージや、半導体素子の他にコンデンサや抵抗体等の各種電子部品が搭載される混成集積回路装置等で、大電流を流すことが可能な低抵抗配線導体を有する放熱回路基板に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】パワーデバイスは、最も歴史のある半導体素子であるが、近年、高耐圧化、大電流化、高速・高周波化、高機能化が著しく進み、IGBT、GTO、IPM、パワーMOS FET等の高速のMOS系パワーデバイスが出現するに至った。これらのパワーデバイスは、自動車、インバータ、電車、ストロボ、電子レンジ、ゴルフカート等に広く利用されている。しかしながら、環境問題を背景にハイブリッド車、電気自動車一般に普及しつつある昨今では、これらのパワーデバイス、特にIGBTの耐高電

圧化、小型化、薄型化、軽量化が要求されている。

【0003】上記パワーデバイスを成す放熱回路基板としては、特開平7-162157号公報では、「複数の絶縁層からなる多層基板上にパワー素子を配置し、一以上の絶縁層のパワー素子下部領域に前記パワー素子の熱伝達用導体を充填したことを特徴とする多層基板」が提案され、特開昭63-120448号公報では、放熱用基板として、「低熱膨張性金属材料の繊維からなる基材に、放熱性の良い金属材料を含浸させてなる放熱用基板」が提案されている。

【0004】これらの基板は、例えば、半導体素子収納用パッケージに適用した場合には、その絶縁基体の凹部底面に半導体素子をガラスあるいは樹脂、ロウ材等の接着剤を介して接着固定すると共に、半導体素子の各電極が凹部周辺に位置する配線導体にワイヤボンディングを介して電気的に接続され、金属やセラミックスなどからなる蓋体を前記凹部をふさぐように前記接着剤と同様の封止剤を介して接合し、絶縁基体の凹部内に半導体素子を機密に収容することにより最終製品としての半導体装置としていた。

【0005】あるいは、図2に示すように、放熱板10の片側にセラミックスの基板11を載置し、この基板11上に半導体素子搭載部としてCuやAlからなる低抵抗導体12を備え、この上に半導体素子14を搭載するとともに、放熱板10上の別の部位に絶縁板15を介してバスバー部13を形成した構造のものがある。電流は半導体素子14に投入され、低抵抗導体12に流れ込み、不図示のワイヤーボンドを経由してバスバー部13に流れ込む。この際、半導体素子での発熱が発生するため、セラミックス製の基板11を通しての熱伝達が重要になる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図2に示す放熱回路基板において、低抵抗導体12はCu又はAlから形成されており、セラミックス製の基板11との熱膨張率差が大きいと、その熱膨張差から基板11に引っ張り応力が発生し、最悪の場合、破壊に至るといった問題があった。そのため、従来の放熱配線基板は、100A以上もの大電流を流せることが要求され、なおかつ、-40℃～150℃の冷熱環境で使用されるような条件下では使用できなかった。

【0007】もし、CuあるいはAlを低抵抗導体12とする従来の放熱配線基板を環境問題への取り組みから登場を余儀なくされているハイブリッド車、電気自動車、次期新幹線に使用される各種制御機器などをはじめとする用途に使用した場合には、低抵抗導体12と基板11との間に両者の熱膨張差に起因する熱応力が発生し、特に低抵抗導体12近傍のセラミックスに応力が集中して大きな残留応力となり、その結果、放熱配線基板に冷熱サイクルや外力が加わると前記残留応力と相まって応力が

きわめて大きくなり、前記基板11にクラックを発生させたり、そのクラックが進展して他の配線導体を断線する等の恐れがあった。

【0008】本発明は、上記基板と低抵抗導体層との熱膨張差に伴う応力の発生を防止し、100A以上もの大電流を流せることが要求され、なおかつ、-40℃～150℃の冷熱環境で使用されるような条件下でも使用できる放熱回路基板を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決する為の手段】そこで本発明は、酸化エルビウム、酸化イットリウムまたは酸化イットリウムから選ばれる少なくとも一種以上を主焼結助剤とし、JIS3点曲げによる抗折強度が400MPa以上である窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体のいずれかによりセラミックス基板を形成し、該セラミックス基板上に半導体素子搭載部としてモリブデンまたはタングステンからなる低抵抗導体を備え、さらに前記セラミックス基板上にバスバー部としてモリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の金属体を備えて放熱回路基板を構成したことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図によって説明する。

【0011】図1に示す放熱回路基板は、セラミックスの基板1の片側に半導体素子搭載部として、モリブデンまたはタングステンからなる低抵抗導体2を備え、同じ基板1の別の部位に、モリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の金属体を備えてバスバー部3を形成し、低抵抗導体2の上にSi等の半導体素子4を搭載したものである。

【0012】本発明では、1枚のセラミックスの基板1上にバスバー部3と半導体素子搭載のための低抵抗導体2を一体化しているため、小型化が容易である。この際、セラミックスの基板1は、絶縁基板としての作用と、放熱基板としての作用を兼ね備える。即ち、この放熱基板の動作は、半導体素子4に投入された電流が低抵抗導体2に流れ込み、不図示のワイヤーボンドを介して、バスバー部3へ流入することになり、このとき半導体素子4に発熱が生じるが、基板1として熱伝導性の高いセラミックスを用いることにより、良好な放熱性を有している。

【0013】しかも、本発明では、低抵抗導体2として、セラミックスと熱膨張係数が近いタングステン(W)又はモリブデン(Mo)を用いることを特徴とし、これによって基板1と低抵抗導体2の熱膨張率差により発生する応力を小さくしたものである。

【0014】表1に各種材料の熱膨張係数を示すように、タングステン、モリブデンの熱膨張係数はセラミックスの熱膨張係数にきわめて近いことがわかる。つま

り、モリブデン、タングステンは熱伝導が比較的高いにも関わらず、熱膨張係数が窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体に近いことから、半導体素子4の発熱が起こっても、低抵抗導体2と基板1との間に両者の熱膨張差に起因する熱応力が誘発する絶縁基板へのクラックの発生やそのクラックの進展を防ぐことができるのである。

【0015】また、タングステン又はモリブデンからなる低抵抗導体2の好ましい厚みは、用途によって左右されるが、100Aの電流を半導体素子4に流す場合には、抵抗値から換算して、通常0.6～0.7mmの厚みとすることが好ましい。

【0016】

【表1】

材料		熱膨張係数( /℃×10 <sup>-1</sup> )
金属	Cu	17.1
	Al	23.9
	W	4.44
	Mo	5.2
セラミックス	AlN	4.7
	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	2.5
	SiC	3.7

【0017】また、前記基板1上にバスバー部3としてモリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の金属体を備えた理由は、これらの金属がいずれも低抵抗でバスバー部3に適しているからである。特にモリブデン、タングステンを単独でバスバー部3とした場合や、モリブデン、タングステンを基板に接合し、その上に銅、アルミニウム、銀を接合してバスバー部3とした場合に基板1のそりがなく精巧な放熱回路基板を作成することができた。

【0018】なお、上記低抵抗導体2やバスバー部3を成す金属は、所定の厚さが必要であるため、緻密質又は多孔質の金属箔で形成する。即ち、セラミックスの基板1上にメタライズ層を形成し、ロウ材等の接合材を介して上記金属箔を接合することによって低抵抗導体2やバスバー部3を形成してある。

【0019】また、上記金属箔とセラミックスの基板1との接合に用いる接合材としては、銀銅ロウ、銀ロウ、アルミロウ、アルミニウム、ポリイミドから選ばれる少なくとも一種以上が好ましい。これは、実際にこれらのロウ材を使用した場合に基板1のそりを抑制する効果が高かったためである。

【0020】また、上記基板1を成すセラミックスとし

ては、放熱特性の良い窒化珪素、炭化珪素、窒化アルミニウムを使用するが、その中でも特に酸化エルビウム( $\text{Er}_2\text{O}_3$ )、酸化イットリウム( $\text{Yb}_2\text{O}_3$ )または酸化イットリウム( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )の少なくとも一種を主焼結助剤としたものを用いることにより、半導体素子4の急昇温、急冷却にも耐える構造となっている。これは、窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体を緻密化させる場合には、酸化エルビウム、酸化イットリウムまたは酸化イットリウムから選ばれる少なくとも一種以上を主焼結助剤としたものがもっとも破壊靱性、破壊強度に優れており、冷熱サイクルによるクラックの発生や進展を防ぐからである。

【0021】酸化エルビウム、酸化イットリウムまたは酸化イットリウムから選ばれる少なくとも一種以上を主焼結助剤としたものがもっとも破壊靱性、破壊強度に優れる理由は、これらの焼結助剤を使用して窒化アルミニウム質焼結体、窒化珪素質焼結体または炭化珪素質焼結体を緻密化させた場合にもっともアスペクト比の高い、絡み合い構造を持ったマイクロストラクチャーが得られるからであると考えているが詳しいことはわかっていない。

【0022】また、上記セラミックスで基板1を作製する場合は、所定の方法で作製した成形体を焼成する際に1600℃以上の温度で一次焼成し、さらに1650℃以上の温度と30atm以上の静水圧で二次焼成する。これは、JIS3点曲げで400MPa以上の強度を得るためには、このような焼成条件が、微細なマイクロストラクチャーを発現させるので有益だからである。

【0023】特に、上記セラミックスとして窒化アルミニウム質焼結体を用い、実質的にその粒界相が窒化アルミニウム粒子間、いわゆる粒界三重点に閉じこめられているものを用いることが好ましい。これは、このマイクロストラクチャーが、放熱配線基板として重要な、熱伝導特性を向上できるためである。上記のマイクロストラクチャーは、1700℃で3時間以上焼成すると得られやすい。

【0024】あるいは、上記セラミックスとして窒化珪素質焼結体を用い、実質的にその窒化珪素粒子のアスペ

クト比が3以上であるものを用いることが好ましい。これは、このマイクロストラクチャーが、放熱基板として重要な、熱伝導特性を向上できるためである。このマイクロストラクチャーは、1800℃で3時間以上焼成すると得られやすい。

【0025】

【実施例】本発明の具体的実施例として、図1に示す放熱回路基板を作製した。なお、基板1の寸法はすべてB6サイズとした。

表2に示す主成分に主焼結助剤を添加してなるセラミックス粉末に所定のバインダーを添加し、ドクターブレード法にてテープ成形した後に得られたテープ上にWメタライズを施した。

【0026】しかる後にWメタライズ上にNiメッキをかけ、半導体素子搭載部を成す低抵抗導体2として、モリブデンやタングステン等の緻密質または多孔質の金属箔をAlロウなどの接合材で接合した。一方、前記セラミックスの基板1上にバスバー部としてモリブデン、タングステン、銅、アルミニウム、銀から選ばれる少なくとも一種以上の緻密質または多孔質の金属箔を接合し、放熱回路基板を形成した。

【0027】本発明者らが行った冷熱試験とは、-40℃と150℃の二種類の液槽を用意し、各液槽中で放熱回路基板を30分間ずつ放置する1サイクル1時間の耐久試験を行い、クラックが発生するまでのサイクル数を測定した。

【0028】結果を表2に示すように、半導体素子搭載部の直下にある低抵抗導体2にMo、Wを用いて、主焼結助剤に $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ を用いた場合には、この苛酷なサイクル試験を1000サイクル迄クリアしており、試験後の抵抗値にもなんら影響はみられなかった。

【0029】これに対し、低抵抗導体2にMo、Wを用いても、主焼結助剤に $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 以外の焼結助剤を用いた場合等、本発明の範囲外の資料では、1000サイクル以下で基板1のクラックが発生するところとなった。

【0030】

【表2】

7

8

No.	基板	主焼結助剤	低抵抗材料	バスバー材料	ロウ材料	冷熱試験
1	SN	Er2O3 10	W	W	銀銅ロウ	1000 OK
2	SiC	Y2O3 10	Mo	Mo-Ag	銀ロウ	1000 OK
3	SN	Yb2O3 10	W	W-Al	アルミロウ	1000 OK
4	SN	Yb2O3 10	Mo	Mo	アルミニウム	1000 OK
5	SN	Yb2O3 10	W	W	ポリイミド	1000 OK
6*	SN	Sm2O3 10	Mo	Mo	銀銅ロウ	800
7*	SN	Yb2O3 10	Cu	W	銀ロウ	700
8*	SN	Yb2O3 10	Ag	Al	アルミロウ	500
9*	SN	Yb2O3 10	Al	W	アルミニウム	500
10	AIN	Yb2O3 10	Mo	Mo	ポリイミド	1000 OK
11	AIN	Er2O3 10	W	W	銀銅ロウ	1000 OK
12	AIN	Y2O3 10	Mo	Mo	銀ロウ	1000 OK
13	AIN	Er2O3 10	W	W	アルミロウ	1000 OK
14	AIN	Er2O3 10	Mo	Mo	アルミニウム	1000 OK
15*	AIN	Nd2O3 10	W	W	ポリイミド	600
16*	AIN	Er2O3 10	Ag	Mo	銀銅ロウ	500
17*	AIN	Er2O3 10	Cu	W	銀ロウ	600
18*	AIN	Er2O3 10	Al	Mo	アルミロウ	200

【0031】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、簡単な構成で、放熱回路基板における低抵抗配線導体と基板との間の熱膨張差に起因する熱応力が誘発する基板へのクラックの発生やそのクラックの進展を防ぎ、配線導体の断線を防止することができる。

【0032】さらに低抵抗導体が基板の配線用空間部や溝から剥離したりせずに、従って低抵抗導体に接続された他の配線導体を断線したりすることが無く、配線導体の低抵抗化を実現して、100A以上の大電流を流すことが可能で、しかも、-40℃～150℃の冷熱環境で繰り返し\*

\* 使用しても不具合の起こらない高信頼性の放熱回路基板が提供される。

【図面の簡単な説明】

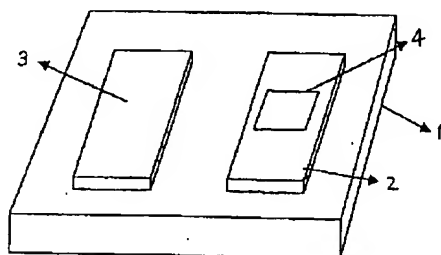
【図1】本発明の放熱回路基板を示す斜視図である。

【図2】従来の放熱回路基板を示す概略図である。

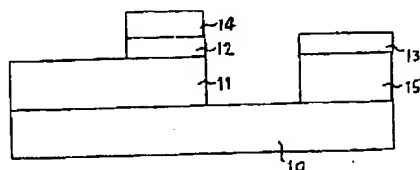
【符号の説明】

- 1 : 基板  
2 : 低抵抗導体  
3 : バスバー部  
4 : 半導体素子

【図1】



【図2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E338 AA01 AA18 BB72 CC08 CD10  
CD23 EE02 EE28  
5F036 AA01 BB08 BC06 BC33 BD01  
BD14